

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-165153  
(P2001-165153A)

(43) 公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 17/10		F 1 6 C 17/10	A 3 J 0 1 1
33/10		33/10	C

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350470

(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999.12.9)

(71) 出願人 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(71) 出願人 591037580  
シメオ精密株式会社  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地5

(71) 出願人 597133396  
株式会社 リライアル  
東京都昭島市玉川町1丁目11番5号

(74) 代理人 100088188  
弁理士 柳沢 大作

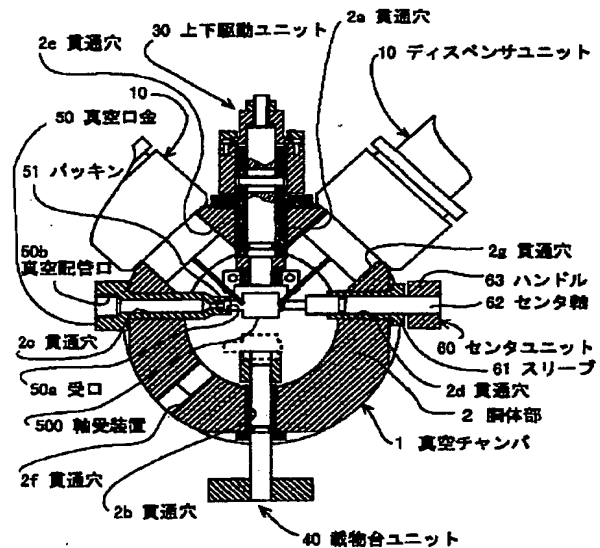
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作動流体注入方法及び作動流体注入装置

(57) 【要約】

【課題】 磁性流体注入時に気泡を巻き込み、回転に伴い流体を押し出す。

【解決手段】 載物台ユニット40によって、軸受装置500を真空チャンバ1内の所定の位置へ上昇させ、センターユニット60のセンター軸62を固定軸506の取付穴62cに当てて、固定軸506の通気孔506b側を真空口金50の受口50aに挿入する。胴体部2へガラス蓋を押しつけながら真空引きし脱ガスを図る。ディスペンサユニット10の吐出針を上下駆動ユニット30で駆動して軸受装置500の両側の吐出位置へ位置決めする。磁性流体511を吐出した後、真空ポンプとの連絡を絶ち、可変漏洩弁を徐々に開いて軸受装置500外部の気圧を徐々に大気圧に近づける。磁性流体511が軸受隙間に注入され、外側のメニスカス (液面) が平らになったら、真空口金の排気を行い、軸受装置500内外を大気圧に戻す。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定部と回転部との間に形成される軸受間隙に作動流体を保持した流体軸受装置の作動流体注入方法において、前記軸受装置内部及び外部の気圧を各々独立に制御できる真空回路を形成し、一旦前記軸受装置内部及び外部を真空にし、前記作動流体吐出後に前記軸受装置内部と外部との間に所定の気圧差を生じるように前記真空回路を制御して前記作動流体を前記軸受間隙に注入することを特徴とする作動流体注入方法。

【請求項2】 前記軸受装置に前記作動流体を吐出した後、前記作動流体のメニスカスが所定の位置にきたときに前記気圧差を減少させるように制御することを特徴とする請求項1記載の作動流体注入方法。

【請求項3】 前記軸受装置に前記作動流体を吐出した後、前記気圧差が所定の値に達したときに該気圧差を減少させるように制御することを特徴とする請求項1記載の作動流体注入方法。

【請求項4】 前記気圧差は軸受装置内部の気圧が外部の気圧より低いことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項5】 前記作動流体を注入するときの前記軸受装置外部の気圧が $0.5 \times 10^3$ 以上 $5 \times 10^4$  Pa以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項6】 上下軸受部の間に中央空間部を持つ軸受装置について、装置内部の真空引きを軸中心穴から行うことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項7】 上下軸受部の間に中央空間部を持たない軸受装置について、スラスト軸受の一方の開口部から真空引きを行うことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項8】 軸の一端にスラスト軸受を持つ軸受装置について、前記軸の中心穴または前記スラスト軸受側の開口部から行うことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項9】 前記軸受装置に磁気回路を含み、前記作動流体が磁性流体であることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の作動流体注入方法。

【請求項10】 真空ポンプに接続した真空室と、該真空室内に軸受装置を支持する支持治具と、作動流体を吐出する吐出装置とから成り、前記支持治具に真空ポンプと接続した真空穴を設けて、前記軸受装置内に連通させ、軸受装置内外の真空度の差を利用して作動流体を軸受装置内の所定の位置に注入することを特徴とする作動流体注入装置。

【請求項11】 前記真空ポンプは1台であることを特徴とする請求項10記載の作動流体注入装置。

【請求項12】 前記吐出装置の作動流体吐出針の先端を吐出位置に位置決めする際に、吐出装置は固定したま

まで吐出針をたわませることによって吐出針先端を吐出位置と該吐出位置から離れた位置の間を移動させることを特徴とする請求項10記載の作動流体注入装置。

【請求項13】 前記吐出針を軸受部隙間の円筒形に接する面内に設置したことを特徴とする請求項10記載の作動流体注入装置。

【請求項14】 前記吐出装置のシリンジ先端の吐出口には中心穴を持つシール材が設けられており、この中心穴を駆動ロッドで開閉することを特徴とする請求項10記載の作動流体注入装置。

【請求項15】 前記吐出針の先端に撥油処理が施されていることを特徴とする請求項12乃至請求項14のいずれかに記載の作動流体注入装置。

【請求項16】 前記真空室内に接続した配管内に排気速度調整機構を含むことを特徴とする請求項10記載の作動流体注入装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流体軸受装置の作動流体注入方法及び作動流体注入装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、記憶装置などの高速化高密度化に対応して、それらに用いられるモータの軸受装置として金属接触のない流体軸受装置が用いられるようになってきている。このような軸受装置においては、作動流体を如何に保持するかが重要な課題であり、作動流体の飛散防止のために様々な構造が考えられている。中でも、例えば特開平10-96421号公報に開示されたものは、磁石を用いて軸受部を囲む磁界を形成し、作動流体として磁性流体を用いたものである。磁界の作用により軸受部の口元に作動流体を保持できるので作動流体の飛散防止に有効である。

【0003】この軸受装置の構成を図面を用いて説明する。図13において、500は軸受装置である。501は磁性体から成るカートリッジである。502は非磁性体から成る上部ラジアル軸受部、503は同じく下部ラジアル軸受部、504は両軸受部502、503の間に設置された軸受部内径よりやや大径の内径を持つ磁性体から成る内側ヨークである。505は内側ヨーク504の外側に固定された円筒形の磁石である。上下軸受部502、503、内側ヨーク504、磁石505はそれぞれカートリッジ501に接着固定されて回転部516を構成している。

【0004】506は磁性材から成る固定軸である。508は固定軸506の中央径小部506aと内側ヨーク504とで形成される中央空間部であり、固定軸506の一端には、中央空間部508に連通するように通気孔506bが、他端には取付穴506cが形成されている。509、510は上、下ラジアル軸受部502、503を挟むように固定軸506に固定された磁性体から

成る上、下スラスト軸受である。固定軸506と上下スラスト軸受509、510とで固定部517を構成している。

【0005】511は上、下スラスト軸受509、510と上、下ラジアル軸受502、503との隙間 $g$ と、内側ヨーク504と固定軸506との中央空間部508を除く隙間とに注入された作動流体としての磁性流体である。512は磁石505により上、下2カ所に形成された磁気回路である。各々の磁気回路512には、上、下スラスト軸受509、510とカートリッジ501との間、固定軸506と内側ヨーク504両端部との間にそれぞれ磁気ギャップがあるので、注入された磁性流体511は、この部分の磁界で保持されて軸受部より外部への飛散が防止できる。513、514はカートリッジ501に固定された上、下カバーである。固定軸506の軸受面並びに上、下スラスト軸受509、510の上、下ラジアル軸受502、503を受ける軸受面には各々動圧溝が形成されており、軸受装置500の回転に伴い、磁性流体511に動圧が発生し、回転部と固定部とが非接触状態に保たれる。

【0006】このような軸受装置に作動流体を注入する方法について述べる。真空を利用した作動流体の注入方法としては、例えば特開昭54-137543号公報に開示されたものがある。これはVTRヘッドの回転部に潤滑剤を注入する方法であるが、固定部に配設された中心軸に、被回転体が固着された回転スリーブを回動可能に係合させ、前記中心軸の外周と回転スリーブの内周面に形成される流体潤滑部を外部に比べて低圧にした後に、予め前記中心軸に設けた一端が前記流体軸受部に通じ、他端に潤滑剤注入のための開口を持つ潤滑剤通路から、潤滑剤を前記流体潤滑部に注入し、その後に前記開口を密封することを特徴とする。

【0007】しかし、この注入方法は、VTRヘッドの回転部のように軸受装置の軸受部の一端が閉塞された構成の軸受装置については適用できるものであるが、前記の磁性流体軸受装置500のように両端部に開放された二つの軸受部を持ち、中央空間部508を持つものには適用できなかった。

【0008】そこで、このような軸受装置500に磁性流体511を注入するには次に説明する方法で行っていた。即ち、まず上、下スラスト軸受509、510とカートリッジ501との間（この時点ではカバーが付いていない）の磁気回路512が通る隙間にディスペンサ（定量吐出装置）を用いて必要量の磁性流体511を吐出する。磁性流体511は前記隙間に行き渡り磁界により保持されるために、吐出箇所近傍に留まって軸受部内に行き渡らずに、磁性流体511によって軸受装置500内外が塞がれた状態になる。ここで、通気孔506b側の固定軸506にゴムチューブを接続して、注射器等で吸引して中央空間部508を減圧する。やがて隙間の

磁界に保持された磁性流体511が圧力に耐えられなくなると、軸受外側に留められていた磁性流体511が軸受装置500内部に徐々に引き込まれる。そこで、磁性流体511のメニスカス（液面）が所定の位置にきたところで減圧を停止する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来のこのような注入方法では、磁性流体を吐出する時に気泡を巻き込むため、磁性流体を軸受部に完全に注入することができない。また、軸受装置の回転中に磁性流体内に気泡が発生し、磁性流体を軸受装置の外へ押し出してしまう等の問題を生じていた。

【0010】本発明の目的は、このような問題点を解消して、各種の流体軸受装置に適用できる作業効率のよい作動流体注入方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明の請求項1の発明は、固定部と回転部との間に形成される軸受間隙に作動流体を保持した流体軸受装置の作動流体注入方法において、前記軸受装置内部及び外部の気圧を各々独立に制御できる真空回路を形成し、一旦前記軸受装置内部及び外部を真空にし、前記作動流体吐出後に前記軸受装置内部と外部との間に所定の気圧差を生じるように前記真空回路を制御して前記作動流体を前記軸受間隙に注入することを特徴とする。

【0012】本発明の請求項2の発明は、請求項1の発明のうち、前記軸受装置に前記作動流体を吐出した後、前記作動流体のメニスカスが所定の位置にきたときに前記気圧差を減少させるように制御することを特徴とする。

【0013】本発明の請求項3の発明は、請求項1の発明のうち、前記軸受装置に前記作動流体を吐出した後、前記気圧差が所定の値に達したときに該気圧差を減少させるように制御することを特徴とする。

【0014】本発明の請求項4の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の発明のうち、前記気圧差は軸受装置内部の気圧が外部の気圧より低いことを特徴とする。

【0015】本発明の請求項5の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明のうち、前記作動流体を注入するときの前記軸受装置外部の気圧が0.5×10<sup>3</sup>以上5×10<sup>4</sup>Pa以下であることを特徴とする。

【0016】本発明の請求項6の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の発明のうち、上下軸受部の間に中央空間部を持つ軸受装置について、装置内部の真空引きを軸中心穴から行うことを特徴とする。

【0017】本発明の請求項7の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の発明のうち、上下軸受部の間に中央空間部を持たない軸受装置について、スラスト軸受の一方の開口部から真空引きを行うことを特徴とす

る。

【0018】本発明の請求項8の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の発明のうち、軸の一端にスラスト軸受を持つ軸受装置について、前記軸の中心穴または前記スラスト軸受側の開口から行うことを特徴とする。

【0019】本発明の請求項9の発明は、請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の発明のうち、前記軸受装置に磁気回路を含み、前記作動流体が磁性流体であることを特徴とする。

【0020】本発明の請求項10の発明は、真空ポンプに接続した真空室と、該真空室内に軸受装置を支持する支持治具と、作動流体を吐出する吐出装置とから成り、前記支持治具に真空ポンプと接続した真空穴を設けて、前記軸受装置内に連通させ、軸受装置内外の真空度の差を利用して作動流体を軸受装置内の所定の位置に注入することを特徴とする。

【0021】本発明の請求項11の発明は、請求項10記載の発明のうち、前記真空ポンプは1台であることを特徴とする。

【0022】本発明の請求項12の発明は、請求項10記載の発明のうち、前記吐出装置の作動流体吐出針の先端を吐出位置に位置決めする際に、吐出装置は固定したままで吐出針をたわませることによって吐出針先端を吐出位置と該吐出位置から離れた位置の間を移動させることを特徴とする。

【0023】本発明の請求項13の発明は、請求項10記載の発明のうち、前記吐出針を軸受部隙間の円筒形に接する面内に設置したことを特徴とする。

【0024】本発明の請求項14の発明は、請求項10記載の発明のうち、前記吐出装置のシリンジ先端の吐出口には中心穴を持つシール材が設けられており、この中心穴を駆動ロッドで開閉することを特徴とする。

【0025】本発明の請求項15の発明は、請求項12乃至請求項14のいずれかに記載の発明のうち、前記吐出針の先端に撥油処理が施されていることを特徴とする。

【0026】本発明の請求項16の発明は、請求項10記載の発明のうち、前記真空室内に接続した配管内に排気速度調整機構を含むことを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態である作動流体注入機の主要部を示す部分断面正面図である。図2は図1の縦断面図である。図3はディスペンサ(定量吐出装置)の縦断面図である。図4は上下駆動ユニットの縦断面図、図5は針状パイプ保持治具の斜視図、図6はこの注入機の真空回路図である。図7はこの注入機のコントローラを示す斜視図、図8は動作フローチャートである。図9は磁性流体の飽和磁化と注入完了

圧力との関係を示すグラフである。

【0028】図1において、1は注入機の主要部を成す真空チャンバであり、2は略円筒形の胴体部である。胴体部2外壁には上方からの貫通穴2a、下方からの貫通穴2b、正面左上からの貫通穴2e、左下からの貫通穴2fそして右上方向からの貫通穴2gが各々の中心軸が胴体部2の中心軸と直交するように形成されている。更に胴体部2の中心軸よりやや上方のこの中心軸と直交した同軸上に、正面左方からの貫通穴2c、右方からの貫通穴2dが形成されている。貫通穴2a、2b、2c、2d、2e、2gの周辺の胴体部2外周は各々の穴に直交する平面に形成されている。

【0029】10は作動流体を定量吐出させるためのディスペンサユニットであり、貫通穴2e、2gに設置されている。30は貫通穴2aに設置された上下駆動ユニット、40は貫通穴2bに設置された載物台ユニット、50は軸受装置500を支持する一対の支持治具のうち的一方である真空口金であり、貫通穴2cに胴体部2との気密を保って嵌入設置されている。60は軸受装置500を支持する他方の支持治具となる貫通穴2dに設置されたセンタユニットである。貫通穴2fには管用ネジが形成されており、真空配管のホース口が接続されている。図2において、3は胴体部2の一端の開口2jを溝2hに収納したOリングを挟んで胴体部2を塞ぐガラス蓋であり、4は他端の開口2kを塞ぐように溝2iに収納されたOリングを挟んでボルトで締結された底板である。5は胴体部2、ガラス蓋3および底板4により囲まれて形成される真空室である。

【0030】次に、胴体部2に設置された各ユニットの詳細を説明する。まずディスペンサユニット10の構成を図3を用いて説明する。11は胴体部2に気密を保って嵌入保持されるホルダである。12はホルダ11に気密を保って軸方向に摺動可能に嵌入固定されるアダプタである。511は作動流体としての磁性流体であり、14は磁性流体511を貯留するシリンジである。15はシリンジ14を収納し、アダプタ12に固定されるアルミニウム製の筒体である。筒体15はシリンジ14の一端側をアダプタ12に当接させてから止めネジで固定する。ディスペンサの立ち上げやメンテナンスの時には筒体15をアダプタ12から外して行う。16はシリンジ14の一端側に設けられた吐出ノズルであり、17は吐出ノズル16に装着された筒状連結部である。18は筒状連結部17に固着された吐出針としての針状パイプである。針状パイプ18の少なくとも先端部には撥油処理が施されている。19は筒状連結部17とアダプタ12とをシールするパッキンであり、20はパッキン19を止めるネジリングである。

【0031】21は一端部が長軸方向に移動可能となるようにシリンジ14内に挿入されたステンレス製のロッドである。このロッド21の一端部21aは本体部より

も小径に形成されている。22はロッド21の他端側に設けられたロッド21の駆動部であり、磁性流体511が針状パイプから吐出するのを停止する際に、ロッド21を吐出ノズル16方向に移動させるように作動する。

【0032】23は一端部にロッド21の他端部が挿入固定された駆動ロッドである。24は駆動ロッド23の他端部に設けられたピストンであり、25はピストン24が挿入固定されたシリンダである。ピストン24はシリンダ25壁面に形成されたノズル25a、25bから供給される圧空によって駆動される。26はピストン駆動室であり、27はピストン駆動室26の壁面を形成し、駆動ロッド23が挿入された部材であり、シリンジ14内に通じる通路27aが形成されていて、シリンジ14内に貯留された磁性流体511を加圧するための図示しない窒素ボンベからの配管が接続されている。28はピストン24の上限位置を規制するストッパであり、その端面位置はネジにより調整可能である。

【0033】29は筒状連結部17の内側側面に挿入されたフッ素樹脂等の変形可能な樹脂から成るシール材である。シール材29には、針状パイプへの液通路29aが設けられている。液通路29aの内径はロッド21の一端部21aよりも小径に形成されている。

【0034】次にこのディスペンサユニット10の動作を説明する。磁性流体511を吐出する際には、上下駆動ユニット30を操作して針状パイプ18を吐出箇所へ移動させた後、圧空ノズル25bから圧空をピストン駆動室26へ供給し、ロッド21の一端部21aをシール材29の液通路29aから離す方向に駆動ロッド23を移動させ、ピストン24をストッパ28に当接させて磁性流体511を針状パイプ18から吐出させる。この際通路27aに窒素ガスを供給し、磁性流体511を加圧しておく。次いで、所定時間（所定量の磁性流体が供給される時間）経過後、圧空ノズル25aから圧空を供給し、ロッド21の一端部21aの先端面でシール材29の液通路29aを塞いで針状パイプ18からの磁性流体511の吐出を止める。なお、胴体部2に対する針状パイプ18の軸方向の先端位置は、予めディスペンサユニット10のアダプタ12をホルダ11に固定する位置を変更することで調整することができる。

【0035】次に上下駆動ユニット30の構成を図4を用いて説明する。31は貫通穴2aに気密を保って下半分が嵌入固定された鍔付きスリーブであり、上端外周にはネジ部31aが形成されている。32はスリーブ31の中心軸を直交して貫通した回り止めピンである。33はスリーブ31に上下動可能に嵌入した支持軸である。支持軸33の先端には小径部33aが、中央部にはピン32が挿通され上下動できるように長穴33bが、小径部33aと長穴33bとの間の支持軸外周にはOリング溝33cが、後端には小径のネジ部33dがそれぞれ形成されている。34は小径部33aに嵌入固定された上

端面がスリーブ31の下端面に当接して支持軸33の上方向の移動を規制するコマであり、35は図5に詳細を示すようなディスペンサユニット10の針状パイプを保持する保持治具であり、小径部33aに嵌入固定されている。

【0036】38はスリーブ31の上半分に摺動可能に嵌入し、ネジ部31aと螺合するネジ部38aが内面上部に形成された円筒形のストッパである。39は後部がネジ部33dに螺合された調整コマである。支持軸33に対する調整コマ39の固定位置によって、ストッパ38に対する支持軸33の相対位置関係を調整することができる。40は調整コマ39の鍔部39aを回転可能に保持するカラーであり、ストッパ38上端面に締結されている。41は調整コマ39をネジ部33dに固定するための緩み止めナットである。

【0037】図5により、針状パイプ18の保持治具35の細部を説明する。36は保持治具35の本体であり、中央には支持軸33に止めネジで取り付けるための取付穴36aが、そして両側には張り出した一対のアーム部36bが形成されている。アーム部36b正面側には針状パイプ18を保持する溝36cが下端面から側面にかけて形成されている。溝36cの幅は針状パイプ18が揺動可能なように下面より側面側に行くに従って広がっている。37は針状パイプ18が溝36cからはみ出さないようにアーム部36bにネジ止めしたカバーである。

【0038】ここで上下駆動ユニット30の動作について説明する。ストッパ38を回転させると、スリーブ31のネジ部31aによって上下動するが、この動きにつれて調整コマ39を介して支持軸33を上下させることができる。支持軸33の上下動により二つの針状パイプ18の先端位置を、軸受装置500の中心軸高さの位置であり、かつ上、下スラスト軸受509、510外周部に相当する各々の吐出位置に、またそこから離れた位置へと移動させることができる。

【0039】次に、載物台ユニット40の構成について図2を用いて説明する。41はスリーブ、42はスリーブ41に嵌入して上下動する支持軸である。支持軸42にはOリングを収納した溝が形成してある。43は支持軸42後端に固定されたつまみであり、44はスリーブ41に一端が固定され、他端がつまみ43の溝43aに嵌入して支持軸42の回転を規制するピンである。45は支持軸42先端に嵌入固定されたワークホルダであり、軸受装置500を水平に保持する。

【0040】ワークホルダ45上に軸受装置500を載せ、つまみ43を押し上げて、軸受装置500が支持治具に支持される作動流体吐出位置まで上昇させる。軸受装置500が支持治具に支持された後、つまみ43を下位置まで下げる。図2に示すように、作動流体吐出位置において軸受装置500の上、下スラスト軸受50

9、510外周とカートリッジ501とのリング状の隙間gと垂直に接する面内に、ディスペンサユニット10の針状パイプ18中心軸が通る。

【0041】次に、図1を用いて軸受装置500の支持治具である真空口金50の構成を説明する。先端には軸受装置500の固定軸506を嵌入させる受口50aが形成されていて、支持治具が軸受装置500の内部に連通する真空ノズルを兼ねている。受口50aは後端の真空配管口50bと連通している。51はフッ素樹脂等から成り中心穴を持つパッキンであり、受口50aの底面に密着するように組み込まれている。

【0042】次に、図1を用いてセンタユニット60の構成を説明する。61は胴体部2に気密を保って嵌入されたスリーブであり、62は軸方向に摺動可能なようにスリーブ61に気密を保って嵌入されたセンタ軸である。センタ軸62先端の細径部には軸受装置500の取付穴506cと係合する円錐形状部が、中央にはリング溝が形成されている。63はセンタ軸62後端に止めネジで固定されたハンドルである。軸受装置500を支持治具に支持する際にはセンタ軸62を一端後退させておき、載物台ユニット40によって軸受装置500が吐出位置へ移動完了したら前進させて前記円錐形状部を取付穴506cに挿入する。

【0043】次に、この注入機の真空回路について説明する。図6において、71は真空配管に接続された真空ポンプである。72は排気速度調整機構としての可変漏洩弁（以下VLVと略記する）であり、接続した真空配管をつまみ72aにより微調整でゆっくり大気に開放できる。73、74はそれぞれ真空配管で真空室5、真空配管口50bに接続されていて、真空室5内の圧力M1、軸受装置500内の圧力M2を検出表示するための圧力計である。MV1～MV4は各々真空配管間に接続された電磁開閉弁である。真空ポンプ71は真空配管によりMV1を介して真空チャンバ1の貫通穴2fに、またMV3を介して真空配管口50bに接続されている。VLV72は真空配管によりMV4を介して真空チャンバ1の貫通穴2fと接続されている。貫通穴2fと真空配管口50bとは真空チャンバ1の外で真空配管によりMV2を介して接続されている。

【0044】MV1～MV4を動作プログラムに従って適宜切り替えることにより、一つの真空ポンプ71、一つのVLVによって二つの空間、即ち真空室5と軸受装置500内とをそれぞれ独立に排気したり、大気へ開放したりと真空回路を制御することができる。

【0045】次に、この注入機のコントローラを説明する。図7において、80は注入機を制御するコントローラ、81はコントローラ80及びディスペンサユニット10に接続された市販のディスペンサ用制御ボックスである。82はコントロールパネルであり、コントロールパネル82に設置された83は電源スイッチ、SW1～

SW4はそれぞれ電磁開閉弁MV1～MV4を開閉（ONで開、OFFで閉）するための切り替えスイッチ、84は真空室5の真空度保持時間を計測するタイマである。それに加えて圧力計73、74が設置されている。コントローラ80内に設置した図示しない制御装置には注入動作プログラムが記憶されている。この制御装置は圧力計73、74からの信号を入力し、MV1～MV4や制御ボックス81への信号を出力する。

【0046】以上で、この注入機の全体の構成を説明したので、次に、この注入機の動作を図8のフローチャートに沿って説明する。まずステップS1で注入機を立ち上げる。コントローラ80のSW1～SW4のOFFを確認し、電源スイッチをONにする。真空ポンプ71のスイッチをONにする。そこでSW4をONにし、VLV72のつまみ72aを全開とする。MV4が開き真空室5とVLV72とが連絡し大気に開放されるので、減圧状態で保持されていた真空室5の圧力が上昇する。常圧に到達後ガラス蓋3を外す。

【0047】次に、ディスペンサユニット10の立ち上げを行う。窒素ポンプのバルブを開き、圧力をレギュレータで5kg/cm<sup>2</sup>に保持する。一旦シリンダ25、駆動ロッド23ごと部材27を取り外して、シリンジ14に適量の磁性流体511を注入する。吐出場所が真空の場合に対応するディスペンサ吐出量を予め真空室5内で実験的に把握しておく。上下駆動ユニット30を操作して針状パイプ18の先端位置を調整する。以上で装置立ち上げを完了する。

【0048】注入機を立ち上げたら、ステップS2に移り、載物台ユニット40、セタユニット60を操作して軸受装置500を注入機にセットする。次に、上下駆動ユニット30の支持軸33を上昇させて、ディスペンサユニット10の針状パイプ18の先端位置を磁性流体の吐出位置に合わせる。

【0049】次にステップS3の真空引きに移行する。ガラス蓋3を胴体部2に押しつけながらコントローラ80のSW1、SW3をONにする。そしてVLV72のつまみ72aを回して全閉にする。こうするとMV2、MV4は閉じたままなので、真空室5内はMV1を通過して、軸受装置500内はMV3を通過してそれぞれ真空ポンプ71により排気される。これにより軸受装置500内外は等しく真空雰囲気になる。圧力計73の測定値M1が2～3Paに到達後タイマ84により1分間その真空状態を保持し、軸受装置500内の脱ガスをする。

【0050】次に、タイマ84のタイムアップでステップS4に移行し、注入機のコントローラ80からはディスペンサの制御ボックス81に信号が出力されて所定回数の吐出を行う。即ち針状パイプ18先端から所定量の磁性流体511が吐出される。吐出された磁性流体511は、軸受装置500の上、下スラスト軸受509、5

10の外周とカートリッジ501の内周との間のリング状の隙間gに広がるが、隙間gには磁界がはたらいっているために、磁性流体511は隙間gに保持されて軸受装置500内部の必要箇所へ進入せず、隙間gの外に盛り上がったメニスカス（液面）を形成して留まる。ここで、上下駆動ユニット30を操作して針状パイプ18を吐出箇所から移動させる。

【0051】次にステップS5に移行するが、コントロールパネル82のSW1をOFF、SW4をONとする。MV1が閉じてMV4が開くので、続いて、VLV72を徐々に開いて全開の33%まで開く。こうすることにより真空室5内に大気が入り込んで圧力が上がり、真空室5内と軸受装置500内とに圧力差が生じ始める。即ち、軸受装置500外部の圧力が内部の圧力よりも高くなる。真空室5内、即ち軸受装置500外部の圧力M1が所定の注入完了圧力Mc（ $2.5 \times 104 \text{ Pa}$ ）まで高まり、内外の圧力差が所定の値に達したとき、M1とM2との圧力差により押されて磁性流体511が軸受隙間gに進入しメニスカスが突出した状態から凹んで所定の平らな位置に落ち着く。そこで直ちにSW3をOFFし、SW2をONにする。これによりMV3が閉じて軸受装置500内が真空ポンプ71と切り離されると共に、MV2が開いて軸受装置500内外の圧力差が減少し始めると同時にVLV72を通じて大気に開放されることになる。

【0052】ここで、磁性流体511の移動が止まり、注入が完了する。注入完了の判断はメニスカスの状態を目視で確認することによって行うこともでき、また注入完了圧力Mcに応じて自動的に行うこともできる。なお、圧力Mcの値は、磁性流体の飽和磁化、磁性流体の粘度、磁性流体保持部の磁界の強さ、磁性流体保持部の形状等から決まる値であり、予め実験的に求めておくことができる。以下にMcの値と各要因の関係について述べる。

【0053】図13に示す軸受装置500において、寸法規格が同じでありかつ磁性流体保持部の磁界が同じものに対して、同一のベースオイル（磁性流体を分散させるための基油）に分散している磁性粉の量を変えたつまり飽和磁化の異なる磁性流体を用いて、磁性流体の飽和磁化と注入完了圧力Mcの関係を求めた一例が図9に示す図である。つまり、同一形状の軸受装置において、磁性流体保持部の磁界の強さが同じであり、ベースオイルを同じにした場合には、磁性流体の飽和磁化を大きくした方がMc値は大きくなる傾向にある。

【0054】また、同一形状の軸受装置において、磁性流体保持部の磁界の強さが同じであり、磁性流体の飽和磁化も同じにした場合には、磁性流体の粘度を大きくした方がMc値が大きくなる傾向にある。また、寸法規格の同じ軸受装置に同一の磁性流体を用いた場合には、軸受の磁性流体保持部の磁界が強い程、Mc値は大きくな

る傾向にある。例えば、同じ磁性流体と同じ寸法規格の軸受500を用いた場合には、図13の磁石505の磁力を強くした方がMc値は大きくなる傾向にある。

【0055】飽和磁化200～300GAUSSレベルの磁性流体を用いて、注入完了圧力Mc値を種々のシール構造の磁性流体軸受について調査したところ、 $5 \times 104 \text{ Pa}$ までがほぼ上限で、それ以上の耐圧を得るためには、シール部の構造が複雑化する為、実用的でない。また、磁性流体の飽和磁化を小さくする、シール部の磁界を小さくする等で、Mc値の小さい軸受を作製し、軸受を回転させて、磁性流体の保持力を調査したところ、Mc値が $0.5 \times 103 \text{ Pa}$ を下回る軸受では、回転時の磁性流体の保持力が不十分で、磁性流体が飛散してしまう。よって、Mc値を $0.5 \times 103 \text{ Pa}$ 以上 $5 \times 104 \text{ Pa}$ 以下の範囲で調節可能な装置が実用的である。

【0056】次に、ステップS5に移行し、VLV72を全開にする。真空室5内、軸受装置500内共に常圧に達した後、ガラス蓋3を外す。載物台ユニット40の支持軸42を上昇させてから、センタ軸62を後退させてワークホルダ45で軸受装置500を受けて下降させ、胴体部2の外に取り出してワーク取り出しを完了する。

【0057】この後作業を繰り返す場合にはステップS2に戻る。作業を終了する場合には、ガラス蓋3を胴体部2に被せた後、センタ軸62を押し込み、VLV72を全開にする。SW2、SW4をOFFにしてMV2、MV4を閉じる。そこでガラス蓋3を胴体部2に押しつけながらSW1、SW3をONにすると、真空室5が再び真空ポンプ71と接続されて排気が始まる。圧力M1が2～3Paに達したらSW1、SW3をOFFにする。MV1、MV3が閉じて真空室5は減圧状態で密閉される。コントローラ80および真空ポンプ71の電源スイッチをOFFにする。窒素ポンプのバルブを閉じる。

【0058】以上の動作は手動操作を前提に説明してきたが、各々のユニットの可動部分に駆動機構を追加し、ロボットハンドで軸受装置500を受け渡すことにより、ステップS3から全て自動操作とすることもできる。その場合には、所定圧力に達したら圧力計73から出力される信号でタイマ84をスタートさせ、タイマ84のタイムアップでディスペンサの吐出信号を出力させるようにすればよい。更に注入完了圧力Mcに達したら、その信号出力によって電磁開閉弁、可変漏洩弁を動作させ徐々に差圧を無くして注入を終わる。

【0059】次に、本実施形態の効果について説明する。磁性流体511が軸受装置500内部に吸引（注入）されるタイミングを圧力計の値により制御することができるようにしたので、注入の自動化も可能となる。また、軸受装置が真空中に置かれた状態で注入するので磁性流体に気泡を巻き込むことがない。



【0060】また、軸受装置500内外の気圧差を利用して、磁性流体軸受装置500に限らず、注入の困難な作動流体を軸受隙間に注入する場合に広く応用できる注入方法である。

【0061】吐出ノズル16にシール材29を設置しロッド21を駆動して液通路29aを塞ぐように構成したディスペンサを用いているので、吐出箇所が減圧された環境にあっても、吐出完了後に磁性流体511が針状パイプ18側へ漏れることがない。

【0062】二つの針状パイプ18先端を作動流体の吐出箇所に持ってくるに当たって、ディスペンサユニット10を固定したまま動かす必要がなく、単に上下駆動ユニット30の支持軸33を上下させるという簡単な動作で一度に済ませることができるので、装置全体が簡略化されている。

【0063】作動流体の吐出位置を上、下スラスト軸受509、510の外周に接する垂直面内に設定したので、吐出位置の位置ズレに対する許容範囲を広く取ることができるので、吐出箇所をはみ出すことがなく、吐出後に軸受の隙間に作動流体がスムーズに広がる。

【0064】排気速度調整機構であるVLV72を用いているので、気圧差の急激な変動を避けて軸受装置500内の所定の位置への作動流体の進入速度を制御し、注入完了を圧力の値で明確に調整することができるようになった。

【0065】次に、この注入方法を他タイプの軸受装置に適用した場合について説明する。図10、図11、図12はその他の実施形態である軸受装置の作動流体注入方法を示す模式図である。図10、図11において、90はスラスト軸受を固定軸端部に1個持っている流体軸受装置である。91は磁石を含む回転部であり、92は固定軸である。93は固定軸の一端に固定されたスラスト軸受であり、固定軸92と共に固定部94を構成する。固定部94外表面には周知の動圧溝が形成されている。

【0066】固定部94と回転部91との隙間には磁性流体511が注入され、開口において磁界によりシールされる。このようなタイプの軸受装置90に磁性流体511を注入する場合は、図10に示すように予め固定軸92中心に通気路92aを形成しておき、上述の注入方法を応用して軸受隙間の開口から磁性流体511をディスペンサで吐出しておき、固定軸92から真空ポンプで排気すればよい。または、図11に示すように、スラスト軸受93側の回転部91中心に排気口91aを明けておき、磁性流体511を上述の方法で注入後、排気口91aを塞ぐようにしてもよい。

【0067】図12において、100は中央空間部を持たないタイプの軸受装置である。101は磁石を含む回転部であり、102は固定軸である。103は固定軸102両端に固定されたスラスト軸受であって、固定軸1

02の外周面とスラスト軸受103内側面にはそれぞれ周知の動圧溝が形成されている。固定軸102とスラスト軸受103とで固定部104を構成している。固定部104と回転部101との軸受隙間には磁性流体511が注入され、軸受装置隙間の両端開口において形成されている磁界により磁気シールが形成されている。105は軸受装置100の支持治具を兼ねる排気口としての受口である。この軸受装置100に磁性流体511を注入する場合には、やはり上述の注入方法を応用して、一方の軸受開口部に所定量の磁性流体511をディスペンサの針状パイプから吐出しておき、受口105を他方の軸受開口部に当てて吸引しながら行えばよい。

【0068】以上作動流体がもっぱら磁性流体であるものについて説明してきたが、この注入方法は磁性流体に限らず比較的粘度の作動流体を狭い空間である軸受部に注入する場合にも広く適用できるものである。

【0069】

【発明の効果】軸受装置内外に気圧差を設けて、その気圧差を利用して作動流体を軸受装置の所定箇所へ注入するようにしたので、注入しにくい箇所への作動流体の注入が容易に行えるようになった。

【0070】作動流体の吐出注入を真空雰囲気内で行うので、作動流体内への気泡の巻き込みを解消できる。

【0071】作動流体の注入完了のタイミングをメニスカスで確認することができるので所定箇所への注入が確実に行えるようになった。

【0072】作動流体注入完了のタイミングを圧力計で確認できるので、注入動作の容易化と自動化とが可能になった。

【0073】シリンジを固定したまま、吐出針の先端のみを移動させるようにしたので、吐出針を吐出位置とそこから離れた位置の移動機構が簡略化された。また、吐出針の方向を軸受隙間の接線方向へ合わせたので、位置ズレに対する許容度が増し作動流体の吐出がより確実になった。

【0074】吐出ノズルの先端に液通路を持つシール材を備え、この通気路をロッドで塞ぐようにしたので、吐出箇所が真空状態にあっても、吐出完了後に吐出針から液漏れすることがない。

【0075】本発明の作動流体注入装置には、真空室内に接続した配管内に排気速度調整弁を設けたので、真空室を真空状態から大気に開放するのに急激な圧力変化を避けることができ安定した作業が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態である作動流体注入機の部分断面正面図である。

【図2】本発明の実施形態である作動流体注入機の部分断面側面図である。

【図3】本発明の実施形態である作動流体注入機のディスペンサユニットの縦断面図である。

【図4】本発明の実施形態である作動流体注入機の上  
駆動ユニットの縦断面図である。

【図5】ディスペンサ吐出針保持治具の斜視図である。

【図6】本発明の実施形態である作動流体注入機の真空  
回路図である。

【図7】本発明の実施形態である作動流体注入機のコン  
トローラの斜視図である。

【図8】本発明の実施形態である作動流体注入機の動作  
フローチャートである。

【図9】注入完了圧力と飽和磁化との関係を示すグラフ  
である。

【図10】本発明の他の実施形態である流体軸受装置の  
断面図である。

【図11】本発明の他の実施形態である流体軸受装置の  
断面図である。

【図12】本発明の他の実施形態である流体軸受装置の  
断面図である。

【図13】流体軸受装置の断面図である。

【符号の説明】

\* 5 真空室

10 ディスペンサユニット

14 シリンジ

16 吐出ノズル

18 針状パイプ

20、51 パッキン

23 駆動ロッド

29 シール材

29a 液通路

71 真空ポンプ

72 可変漏洩弁

92a、506b 軸中心穴

93、103、509、510 スラスト軸受

94、104、506 固定部

91、101、516 回転部

500 軸受装置

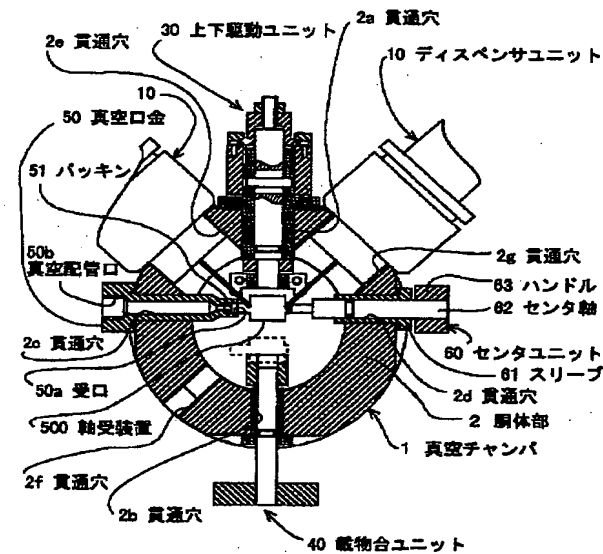
508 中央空間部

511 作動流体

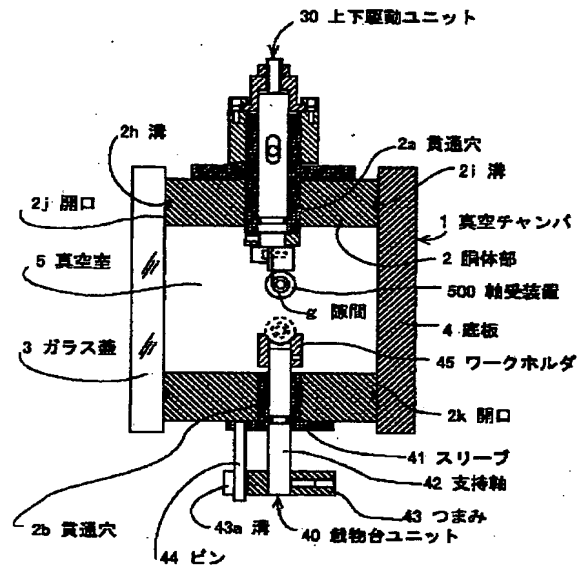
512 磁気回路

\*

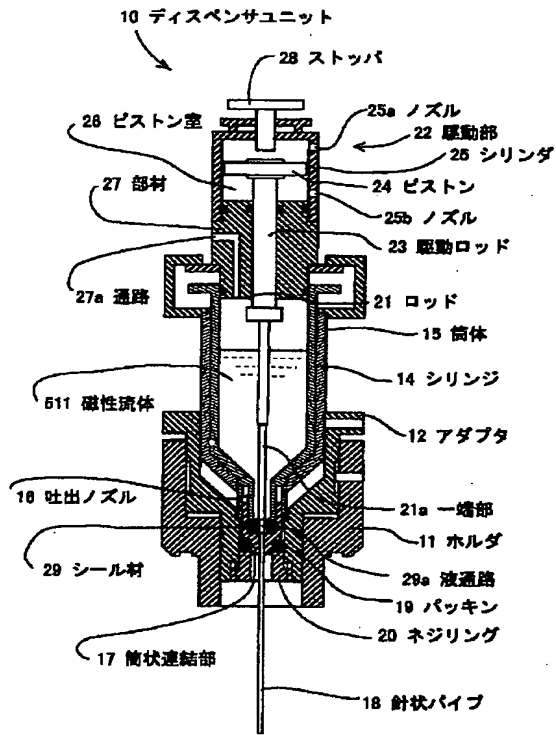
【図1】



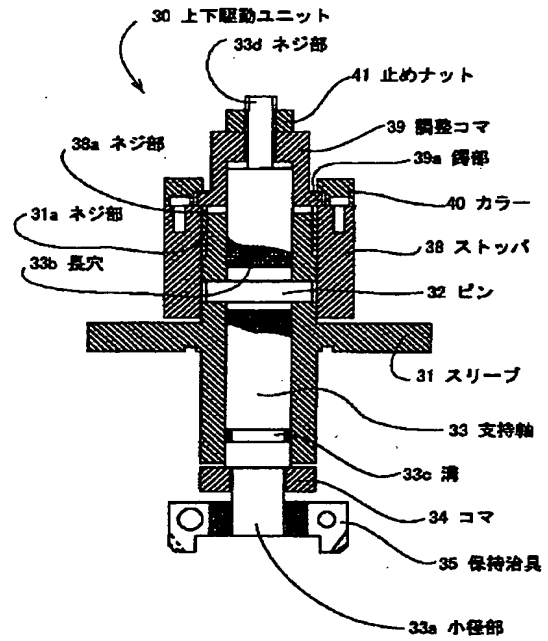
【図2】



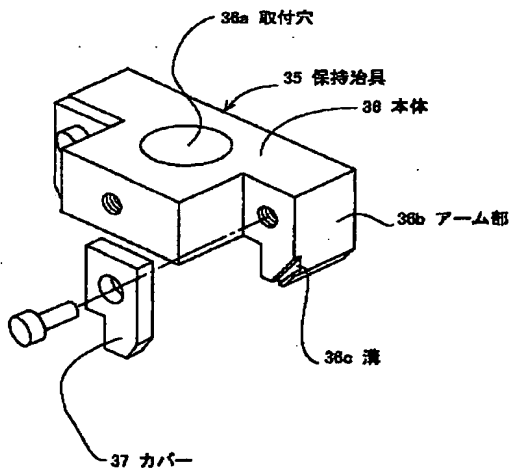
【図3】



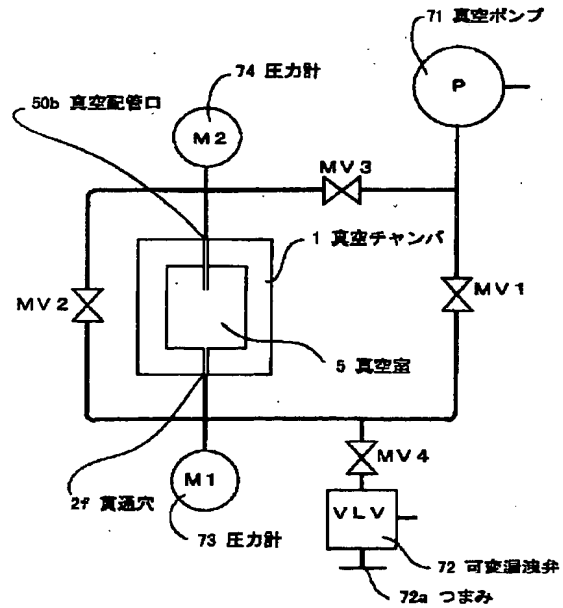
【図4】



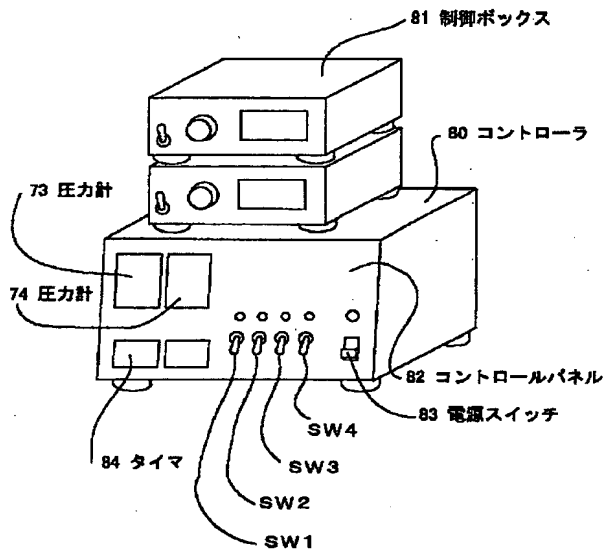
【図5】



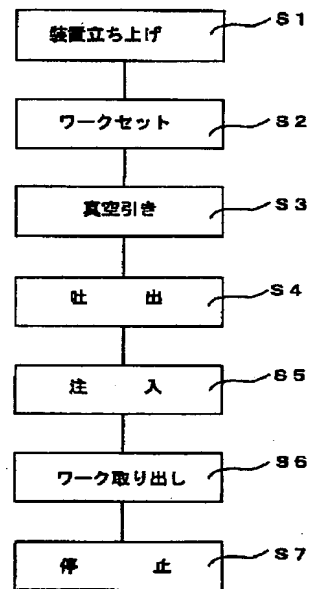
【図6】



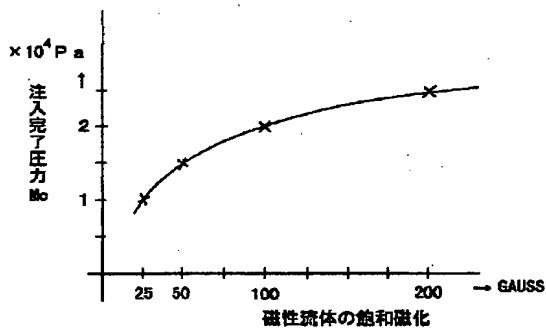
【図7】



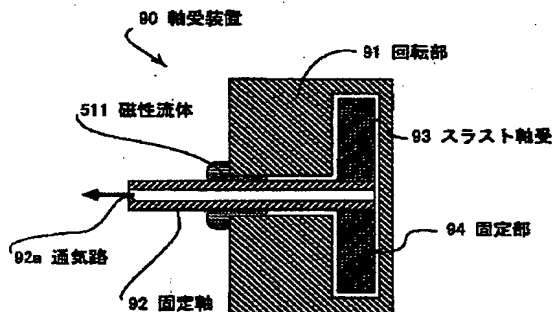
【図8】



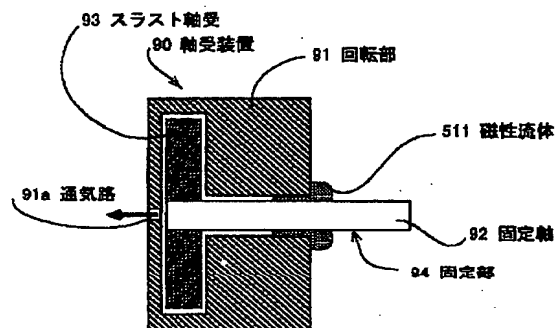
【図9】



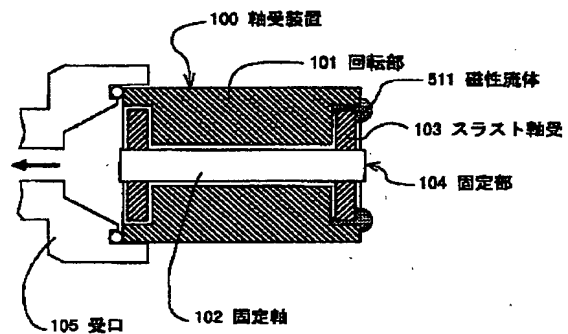
【図10】



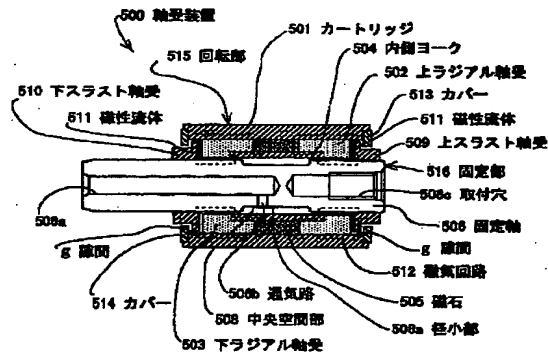
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 柴 和男  
東京都田無市本町6丁目1番12号 シチズン時計株式会社田無製造所内

(72)発明者 上野 和久  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地5 シメオ精密株式会社内

(72)発明者 中山 真司  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地5 シメオ精密株式会社内

(72)発明者 水間 功  
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地5 シメオ精密株式会社内

(72)発明者 佐藤 公男  
東京都昭島市玉川町1丁目11番5号 株式会社リライアル内

Fターム(参考) 3J011 AA04 AA07 BA02 BA08 BA09  
JA03 KA04 MA21

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
- (12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
- (11) [Publication No.] JP,2001-165153,A (P2001-165153A)
- (43) [Date of Publication] June 19, Heisei 13 (2001. 6.19)
- (54) [Title of the Invention] The working-fluid impregnation approach and a working-fluid injector
- (51) [The 7th edition of International Patent Classification]

F16C 17/10  
33/10

[FI]

F16C 17/10            A  
33/10                C

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 16

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 12

(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 11-350470

(22) [Filing date] December 9, Heisei 11 (1999. 12.9)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000001960

[Name] Citizen Watch Co., Ltd.

[Address] 6-1-12, Tanashi-cho, Nishi-Tokyo-shi, Tokyo

(71) [Applicant]

[Identification Number] 591037580

[Name] SHIMEO precision incorporated company

[Address] 4107-5, Miyota, Miyotamachi, Kita-Saku-gun, Nagano-ken

(71) [Applicant]

[Identification Number] 597133396

[Name] Incorporated company Lilac IARU

[Address] 1-11-5, Tamagawa-cho, Akishima-shi, Tokyo

(72) [Inventor(s)]

[Name] \*\* Kazuo

[Address] 6-1-12, Hommachi, Tanashi-shi, Tokyo Citizen Watch Tanashi  
Manufacture Within a station

(72) [Inventor(s)]

[Name] Ueno Kazuhisa

[Address] 4107-5, Miyota, Miyotamachi, Kita-Saku-gun, Nagano-ken Inside of  
SHIMEO precision incorporated company

(72) [Inventor(s)]

[Name] Nakayama Shinji

[Address] 4107-5, Miyota, Miyotamachi, Kita-Saku-gun, Nagano-ken Inside of  
SHIMEO precision incorporated company

(72) [Inventor(s)]

[Name] Mizuma \*\*

[Address] 4107-5, Miyota, Miyotamachi, Kita-Saku-gun, Nagano-ken Inside of  
SHIMEO precision incorporated company

(72) [Inventor(s)]

[Name] Sato Kimio

[Address] 1-11-5, Tamagawa-cho, Akishima-shi, Tokyo Inside of incorporated  
company lilac IARU

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100088188

[Patent Attorney]

[Name] Yanagisawa Great work

[Theme code (reference)]

3J011

[F term (reference)]

3J011 AA04 AA07 BA02 BA08 BA09 JA03 KA04 MA21

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any



damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## Epitome

---

(57) [Abstract]

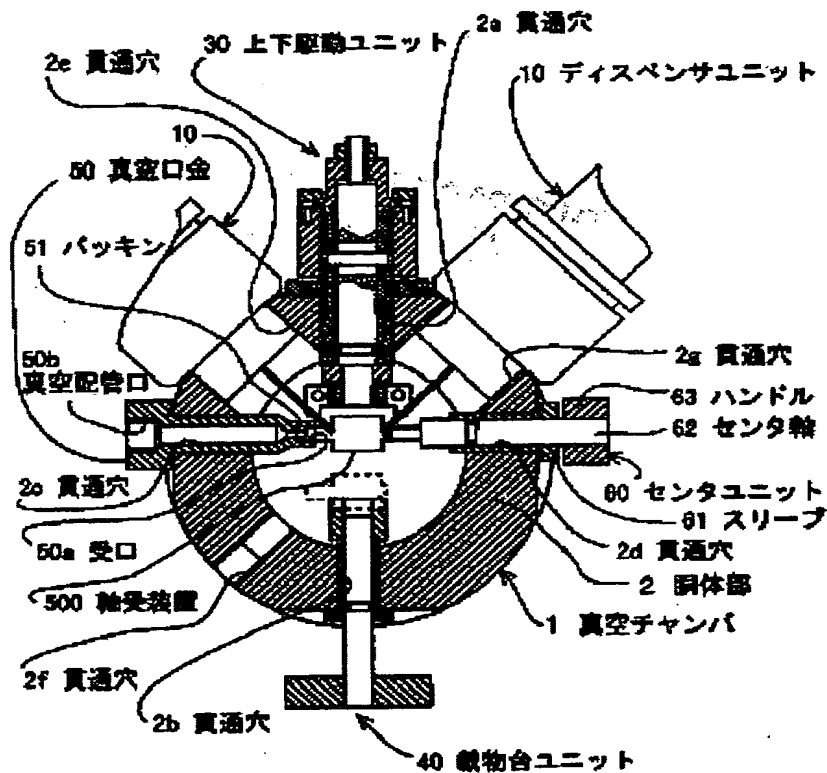
[Technical problem] Air bubbles are involved in at the time of magnetic fluid impregnation, and a fluid is extruded with rotation.

[Means for Solution] by the stage unit 40, bearing equipment 500 is gone up to the position in the vacuum chamber 1 -- making -- the pin center, large shaft 62 of the pin center, large unit 60 -- attaching hole 62c of the fixed shaft 506 -- guessing -- the air hole 506b side of the fixed shaft 506 -- a vacuum -- it inserts in socket 50a of a mouthpiece 50. Pushing a glass lid against idiosoma 2, vacuum suction is carried out and degasifying is planned. The regurgitation needle of the dispenser unit 10 is driven in the vertical drive unit 30, and is positioned to the regurgitation location of the both sides of bearing equipment 500. After breathing out a magnetic fluid 511, communication with a vacuum pump is cut off, an adjustable leakage valve is opened gradually, and the atmospheric pressure of the bearing equipment 500 exterior is brought close to atmospheric pressure gradually. if a magnetic fluid 511 is poured into a bearing clearance and an outside meniscus (oil level) becomes Taira and others -- a vacuum -- a mouthpiece is exhausted and the inside and outside of bearing equipment 500 are returned to atmospheric pressure.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the working-fluid impregnation approach of liquid bearing equipment of having held the working fluid in the bearing gap formed between a fixed part and the rotation section The vacuum circuit which can control respectively the atmospheric pressure of said interior of bearing equipment and the exterior independently is formed. The working-fluid impregnation approach which once makes a vacuum said

interior of bearing equipment and exterior, and is characterized by controlling said vacuum circuit and pouring said working fluid into said bearing clearance so that a predetermined atmospheric-pressure difference may be produced between said interior of bearing equipment and exteriors after said working-fluid regurgitation.

[Claim 2] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 characterized by controlling to decrease said atmospheric-pressure difference when the meniscus of said working fluid comes to a position, after breathing out said working fluid to said bearing equipment.

[Claim 3] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 characterized by controlling to decrease this atmospheric-pressure difference when said atmospheric-pressure difference reaches a predetermined value, after breathing out said working fluid to said bearing equipment.

[Claim 4] Said atmospheric-pressure difference is the working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 3 characterized by the atmospheric pressure inside bearing equipment being lower than an external atmospheric pressure.

[Claim 5] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 4 that the atmospheric pressure of said bearing equipment exterior when pouring in said working fluid is characterized by or more  $0.5 \times 10^3$  being  $5 \times 10^4$  Pa or less.

[Claim 6] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 5 characterized by performing vacuum suction inside equipment from a shaft center hole about the bearing equipment which has the central space section between normal-axis receiving parts.

[Claim 7] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 5 characterized by performing vacuum suction from one opening of thrust bearing about the bearing equipment which does not have the central space section between normal-axis receiving parts.

[Claim 8] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 5 characterized by carrying out from the main hole of said shaft, or opening by the side of said thrust bearing about the bearing equipment which has thrust bearing in the end of a shaft.

[Claim 9] The working-fluid impregnation approach according to claim 1 to 8 characterized by said working fluid being a magnetic fluid at said bearing equipment including a magnetic circuit.

[Claim 10] The working-fluid injector characterized by to consist of the support fixture which supports bearing equipment, and the regurgitation equipment which carries out the regurgitation of the working fluid in the vacuum chamber linked to a vacuum pump, and this vacuum chamber, to prepare the vacuum hole which connected with the vacuum pump at said support fixture, to make it open for free passage in said bearing equipment, and to pour a working fluid into the position in bearing equipment using the difference of the degree of vacuum of bearing equipment inside and outside.

[Claim 11] Said vacuum pump is a working-fluid injector according to claim 10 characterized by being one set.

[Claim 12] It is the working-fluid injector according to claim 10 characterized by

moving between the locations which are distant from a regurgitation location and this regurgitation location in a regurgitation needle tip by sagging a regurgitation needle, fixing regurgitation equipment, when positioning the tip of the working-fluid regurgitation needle of said regurgitation equipment in a regurgitation location.

[Claim 13] The working-fluid injector according to claim 10 characterized by installing said regurgitation needle in the field which touches the cylindrical shape of a bearing clearance.

[Claim 14] The working-fluid injector according to claim 10 characterized by preparing the sealant with a main hole in the delivery at the tip of a syringe of said regurgitation equipment, and opening and closing this main hole with a drive rod.

[Claim 15] The working-fluid injector according to claim 12 to 14 characterized by performing oil-repellent processing at the tip of said regurgitation needle.

[Claim 16] The working-fluid injector according to claim 10 characterized by including an exhaust velocity adjustment device in piping connected into said vacuum chamber.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the working-fluid impregnation approach and working-fluid injector of liquid bearing equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, corresponding to high speed densification, such as storage, the liquid bearing equipment which does not have metallic contact as bearing equipment of the motor used for them is used. In such bearing equipment, it is an important technical problem how a working fluid is held, and various structures for scattering prevention of a working fluid are considered. Especially, what was indicated by JP,10-96421,A, for example forms the field which surrounds bearing using a magnet, and a magnetic fluid is used for it as a working

fluid. Since a working fluid can be held to the month of bearing according to an operation of a field, it is effective in scattering prevention of a working fluid.

[0003] The configuration of this bearing equipment is explained using a drawing. In drawing 13, 500 is bearing equipment. 501 is a cartridge which consists of the magnetic substance. The up radial bearing section to which 502 changes from non-magnetic material, and 503 are the same, and the lower radial bearing section and 504 are inside York which consists of the magnetic substance which has the bore of a major diameter a little from the diameter of bearing circles installed among both the bearings 502 and 503. 505 is the magnet of the cylindrical shape fixed to the outside in inside York 504. Adhesion immobilization is carried out at a cartridge 501, respectively, and the normal-axis receiving parts 502 and 503, inside York 504, and a magnet 505 constitute the rotation section 516.

[0004] 506 is a fixed shaft which consists of magnetic material. 508 is the central space section formed in central small diameter part 506a of the fixed shaft 506, and inside York 504, and attaching hole 506c is formed in the other end for air hole 506b so that it may be open for free passage at the end of the fixed shaft 506 at the central space section 508. A top, 509 and 510 are bottom thrust bearing, when it consists of the magnetic substance fixed to the fixed shaft 506 so that the bottom radial bearing sections 502 and 503 may be inserted. The fixed part 517 consists of a fixed shaft 506 and vertical thrust bearing 509 and 510.

[0005] 511 is a magnetic fluid as a working fluid poured into the clearance except the central space section 508 of the clearance g between the bottom thrust bearings 509 and 510, and a top and the bottom radial bearing 502 and 503, inside York 504, and the fixed shaft 506 a top. 512 is the magnetic circuit formed in two places a top and the bottom with the magnet 505. In each magnetic circuit 512, a top, between the bottom thrust bearings 509 and 510 and a cartridge 501, since a magnetic gap is between the fixed shaft 506 and inside York 504 both ends, respectively, the poured-in magnetic fluid 511 is held by the field of this part, and can prevent scattering to the exterior from bearing. 513 and 514 are discharge rings after being fixed to a cartridge 501. The dynamic pressure slot is respectively formed in the bearing surface which receives the bottom radial bearing 502 and 503 on a top and the bottom thrust bearings 509 and 510 at the bearing surface list of the fixed shaft 506, with rotation of bearing equipment 500, dynamic pressure occurs in a magnetic fluid 511, and the rotation section and a fixed part are maintained at a non-contact condition.

[0006] How to pour a working fluid into such bearing equipment is described. As the impregnation approach of a working fluid of having used the vacuum, there are some which were indicated by JP,54-137543,A, for example. Although this is the approach of pouring lubricant into the rotation section of a VTR head The rotation sleeve which body of revolution-ed fixed is made to engage with the medial axis arranged by the fixed part rotatable. After making into low voltage the fluid lubrication section formed between the periphery of said medial axis, and the inner skin of a rotation sleeve compared with the exterior It is characterized by pouring lubricant into said fluid lubrication section, and sealing said opening after that from the lubricant path where the end beforehand prepared in said medial axis has opening for lubricant

impregnation in the other end through said fluid bearing.

[0007] However, although this impregnation approach is applicable about the bearing equipment of a configuration of that the end of bearing of bearing equipment was blockaded like the rotation section of a VTR head, it was inapplicable to what has two bearings wide opened to both ends like above magnetic fluid bearing equipment 500, and has the central space section 508.

[0008] Then, it was carrying out by the approach explained below for pouring a magnetic fluid 511 into such bearing equipment 500. That is, first, a dispenser (quantum regurgitation equipment) is used for the clearance along which the magnetic circuit 512 between the bottom thrust bearings 509 and 510 and a cartridge 501 (covering is not attached at this time) passes, and the regurgitation of the magnetic fluid 511 of an initial complement is carried out a top. Since a magnetic fluid 511 spreads round said clearance and is held by the field, the inside and outside of bearing equipment 500 will be closed by the magnetic fluid 511, without stopping near the regurgitation part and spreading round bearing circles. Here, a rubber tube is connected to the fixed shaft 506 by the side of air-hole 506b, it draws in with a syringe etc., and the central space section 508 is decompressed. If it becomes impossible for the magnetic fluid 511 held soon at the field of a clearance to bear a pressure, the magnetic fluid 511 stopped by the bearing outside will be gradually drawn in the bearing equipment 500 interior. Then, the meniscus (oil level) of a magnetic fluid 511 stops reduced pressure in the place to which it came for the position.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by such conventional impregnation approach, since air bubbles are involved in when carrying out the regurgitation of the magnetic fluid, a magnetic fluid cannot be completely injected into bearing. Moreover, air bubbles were generated in the magnetic fluid during rotation of bearing equipment, and the problem of extruding a magnetic fluid out of bearing equipment was produced.

[0010] The purpose of this invention is offering the working-fluid impregnation approach with the sufficient working efficiency which cancels such a trouble and can be applied to various kinds of liquid bearing equipments.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem, invention of claim 1 of this invention In the working-fluid impregnation approach of liquid bearing equipment of having held the working fluid in the bearing gap formed between a fixed part and the rotation section The vacuum circuit which can control respectively the atmospheric pressure of said interior of bearing equipment and the exterior independently is formed. Said interior of bearing equipment and exterior are once made into a vacuum, and it is characterized by controlling said vacuum circuit and pouring said working fluid into said bearing clearance so that a predetermined atmospheric-pressure difference may be produced between said interior of bearing equipment and exteriors after said working-fluid regurgitation.

[0012] After invention of claim 2 of this invention breathes out said working fluid to

said bearing equipment among invention of claim 1, when the meniscus of said working fluid comes to a position, it is characterized by controlling to decrease said atmospheric-pressure difference.

[0013] After invention of claim 3 of this invention breathes out said working fluid to said bearing equipment among invention of claim 1, when said atmospheric-pressure difference reaches a predetermined value, it is characterized by controlling to decrease this atmospheric-pressure difference.

[0014] Invention of claim 4 of this invention is characterized by said atmospheric-pressure difference having an atmospheric pressure lower than an external atmospheric pressure inside bearing equipment among invention according to claim 1 to 3.

[0015] The atmospheric pressure of said bearing equipment exterior in case invention of claim 5 of this invention pours in said working fluid among invention according to claim 1 to 4 is characterized by or more  $0.5 \times 10^3$  being  $5 \times 10^4$  Pa or less.

[0016] Invention of claim 6 of this invention is characterized by performing vacuum suction inside equipment from a shaft center hole about the bearing equipment which has the central space section between normal-axis receiving parts among invention according to claim 1 to 5.

[0017] Invention of claim 7 of this invention is characterized by performing vacuum suction from one opening of thrust bearing about the bearing equipment which does not have the central space section between normal-axis receiving parts among invention according to claim 1 to 5.

[0018] Invention of claim 8 of this invention is characterized by carrying out from the main hole of said shaft, or opening by the side of said thrust bearing about the bearing equipment which has thrust bearing in the end of a shaft among invention according to claim 1 to 5.

[0019] Invention of claim 9 of this invention is characterized by said working fluid being a magnetic fluid among invention according to claim 1 to 8 at said bearing equipment including a magnetic circuit.

[0020] Invention of claim 10 of this invention consists of the support fixture which supports bearing equipment, and the regurgitation equipment which carries out the regurgitation of the working fluid in the vacuum chamber linked to a vacuum pump, and this vacuum chamber, prepares the vacuum hole which connected with the vacuum pump at said support fixture, makes it open for free passage in said bearing equipment, and is characterized by to pour a working fluid into the position in bearing equipment using the difference of the degree of vacuum of bearing equipment inside and outside.

[0021] It is characterized by being invention of claim 11 of this invention among invention according to claim 10, and the number of said vacuum pumps being one.

[0022] In case invention of claim 12 of this invention positions the tip of the working-fluid regurgitation needle of said regurgitation equipment in a regurgitation location among invention according to claim 10, regurgitation equipment is characterized by moving between the locations which are distant from a regurgitation location and this regurgitation location in a regurgitation needle tip by sagging a regurgitation needle,



fixed.

[0023] Invention of claim 13 of this invention is characterized by installing said regurgitation needle among invention according to claim 10 in the field which touches the cylindrical shape of a bearing clearance.

[0024] The sealant with a main hole is prepared in the delivery at the tip of a syringe of said regurgitation equipment among invention according to claim 10, and invention of claim 14 of this invention is characterized by opening and closing this main hole with a drive rod.

[0025] Invention of claim 15 of this invention is characterized by performing oil-repellent processing at the tip of said regurgitation needle among invention according to claim 12 to 14.

[0026] Invention of claim 16 of this invention is characterized by including an exhaust velocity adjustment device in piping connected into said vacuum chamber among invention according to claim 10.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail based on a drawing. Drawing 1 is the elevation partly in section showing the principal part of the working-fluid impregnation machine which is the gestalt of operation of this invention. Drawing 2 is drawing of longitudinal section of drawing 1. Drawing 3 is drawing of longitudinal section of a dispenser (quantum regurgitation equipment). Drawing 4 is [ the perspective view of a needlelike pipe maintenance fixture and drawing 6 of drawing of longitudinal section of a vertical drive unit and drawing 5 ] the vacuum circuit diagrams of this impregnation machine. The perspective view in which drawing 7 shows the controller of this impregnation machine, and drawing 8 are operation flow charts. Drawing 9 is a graph which shows the relation between the saturation magnetization of a magnetic fluid, and the completion pressure of impregnation.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**